

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Институт радиоэлектроники и информационных технологий (ИРИТ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

Мякиньков А.В.
подпись ФИО
“ 22 ” 04 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.7Современные методы оптимизации и численные методы

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 09.04.01Информатика и вычислительная техника

Направленность: Интеллектуальные системы обработки информации и управления
Диагностические и информационно-поисковые системы –

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2024, 2025

Выпускающая кафедра ИСУ

Кафедра-разработчик ИСУ

Объем дисциплины 144/ 4

часов/з.е

Нижний Новгород

2025

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 года № 918 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 28.05.2024 № 17
17.12.2024 № 6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 30.03.2025 № 9
Зав. кафедрой ИСУ к.т.н, доцент Тимофеева О.П. _____
(подпись)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 05.03.2025 № 6
Зав. кафедрой ВСТ Жевнерчук Д.В. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИРИТ, Протокол от 22.04.2025 № 3

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 09.04.01 – с-7
Начальник МО _____ Е.Г.Севрюкова

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Н.И. Кабанина
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1 ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.2 ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	7
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	8
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	12
5.1 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	12
5.2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	14
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	17
7.2 ПЕРЕЧЕНЬ СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	17
7.3 ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	18
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	18
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	18
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	20
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа	21
10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах	21
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях	21
10.5 Методические указания по освоению дисциплины на курсовой работе.....	22
10.6 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	22
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	23
11.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости.....	23
11.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине	23

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является развитие компетенций в области разработки алгоритмов решения профессиональных задач.

1.2 Задачи освоения дисциплины

Дисциплина «Современные методы оптимизации и численные методы» способствует подготовке студентов к решению следующих профессиональных задач:

1. Исследование методов оптимизации и численных методов решения профессиональных задач.
2. Разработка алгоритмов решения профессиональных задач в области оптимизации систем управления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Современные методы оптимизации и численные методы» Б1.Б.7 включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина базируется на дисциплинах математического блока программы бакалавриата по направлению «Информатика и вычислительная техника».

Дисциплина «Современные методы оптимизации и численные методы» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Технология разработки программного обеспечения», также производственной практики: научно-исследовательская работа.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 3.1- Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»			
	1	2	3	4
<i>ОПК-2</i> <i>Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач</i>				
Современные проблемы информатики и вычислительной техники				
Введение в искусственный интеллект				
Проектирование интеллектуальных систем				
Современные методы оптимизации и численные методы				
Безопасность и защита информации				
Параллельные методы и алгоритмы				
Ознакомительная				
Выполнение и защита ВКР				

Таблица 3.2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Текущего контроля	Промежуточной аттестации			
ОПК-2. Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	ИОПК-2.1. Разрабатывает оригинальные алгоритмы для решения профессиональных задач	<p>Знать: методы оптимизации и численные методы; классификацию методов решения задач одномерной и многомерной, локальной и глобальной, условной и безусловной, непрерывной и дискретной оптимизации.</p> <p>Уметь: разрабатывать математические модели процессов и объектов управления; выбрать и обосновать метод решения задачи оптимального управления объектом (процессом); реализовать на практике алгоритмы решения задач оптимизации.</p> <p>Владеть: способами формализации оптимационных задач; методами научного поиска.</p>	<p>Подготовка реферата, - набор тем 30</p>			Вопросы для устного собеседования на экзамене- 33 вопроса

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4зач.ед. 144 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам 2 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	58	58
1.1 Аудиторная работа, в том числе:	51	51
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практик. Занятия и др)	34	34
лабораторные работы (ЛР)		
1.2 Внеаудиторная, в том числе	7	7
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	5	5
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	50	50
реферат/эссе (подготовка)	10	10
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	40	40
Подготовка к экзамену (контроль)	36	36

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.2-Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)											
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (час)															
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)	КСР																
2 семестр																					
Раздел 1. Введение																					
ОПК-2 - ИОПК-2.1	Тема 1.1. Основные понятия: критерии и поисковые методы оптимизации.	0,5																			
	Тема 1.2. Классификация методов оптимизации, примеры тестовых функций	0,5																			
	Итого по 1 разделу	1	-	-		2															
Раздел 2. Одномерная оптимизация																					
ОПК-2 - ИОПК-2.1	Тема 2.1. Методы сокращения текущего интервала неопределенности.	1		2		2	Подготовка к лекциям [6.1.1 - 6.1.3], самостоятельное изучение методов оптимизации [6.1.6 - 6.1.8]	Разбор конкретных ситуаций													
	Тема 2.2. Другие методы одномерной оптимизации	0,5		1		2	Подготовка к лекциям [6.1.1 - 6.1.3], самостоятельное изучение методов оптимизации [6.1.6 - 6.1.8]	Разбор конкретных ситуаций													
	Тема 2.3. Методы глобальной одномерной оптимизации	0,5		1		2	Подготовка к лекциям [6.1.1 - 6.1.3], самостоятельное изучение методов оптимизации [6.1.6 - 6.1.8]	Разбор конкретных ситуаций													
	Итого по 2 разделу	2	-	4	0,5	6															

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)	КСР									
Раздел 3. Многомерная оптимизация														
ОПК-2 - ИОПК К-2.1	Тема 3.1. Детерминированные прямые методы безусловной оптимизации и методы первого и второго порядка	1		3		2	Подготовка к лекциям [6.1.1 - 6.1.3], самостоятельное изучение методов оптимизации [6.1.6 - 6.1.8]	Разбор конкретных ситуаций						
	Тема 3.2. Методы случайного поиска в задаче безусловной оптимизации	1		2		2	Подготовка к лекциям [6.1.1 - 6.1.3], самостоятельное изучение методов оптимизации [6.1.6 - 6.1.8]	Разбор конкретных ситуаций						
	Тема 3.3. Методы локальной условной оптимизации	1		2		2	Подготовка к лекциям [6.1.1 - 6.1.3], самостоятельное изучение методов оптимизации [6.1.6 - 6.1.8]	Разбор конкретных ситуаций						
	Тема 3.4. Методы глобальной условной оптимизации	1		1		2	Подготовка к лекциям [6.1.1 - 6.1.3], самостоятельное изучение методов оптимизации [6.1.6 - 6.1.8]							
	Итого по 3 разделу	4		8	0,5	8								
Раздел 4. Многокритериальная оптимизация														
ОПК-2 - ИОПК-2.1	Тема 4.1. Постановка задачи многокритериальной оптимизации. Множество Парето.	1		1		3	Подготовка к лекциям [6.1.1 - 6.1.3], самостоятельное изучение методов оптимизации [6.1.6 - 6.1.8]	Разбор конкретных ситуаций						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)	КСР									
	Тема 4.2. Методы многокритериальной оптимизации	1		3		3	Подготовка к лекциям [6.1.1 - 6.1.3], самостоятельное изучение методов оптимизации [6.1.6 - 6.1.8]	Разбор конкретных ситуаций						
	Итого по 4 разделу	2		4	0,5	6								
Раздел 5. Эвристические методы поиска оптимальных решений														
ОПК-2 - ИОПК-2.1	Тема 5.1. Общие понятия эвристических методов оптимизации. Генетический алгоритм как пример эвристических методов	2		1		2		Разбор конкретных ситуаций						
	Подготовка доклада по теме			7		4	Подготовка к докладу по теме.[6.1.5]							
	Итого по 5 разделу	3		8	1	6								
Раздел 6. Методы оптимизации в решении задач с нечеткими исходными данными														
ОПК-2 - ИОПК-2.1	Тема 6.1. Понятие нечетких данных. Нечеткие множества, нечеткий логический вывод.	1,5		1		2		Разбор конкретных ситуаций						
	Тема 6.2. Примеры решения оптимационных задач с нечеткими исходными данными.	0,5		2		2		Разбор конкретных ситуаций						
	Подготовка доклада по теме			3		4	Подготовка к докладу по теме.[6.1.4]							
	Итого по 6 разделу	2		6	1	8								
Раздел 7. Современные численные методы и пакеты прикладных программ														
ОПК-2 - ИОПК-2.1	Тема 7.1. Обзор современных чис-	3		4		4	Подготовка к лекциям [6.1.1 - 6.1.3]							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (час)				
Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)	КСР							
	ленных методов и пакетов прикладных программ для проведения математических расчетов									
	Итого по 7 разделу	3	4	0,5	4					
	Подготовка реферата			1	10	Самостоятельное изучение методов оптимизации [6.1.6 - 6.1.8]				
	Подготовка к экзамену (контроль)			2	36					
	Итого	17	-	34	7	50				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Для выполнения процедуры оценивания составлен фонд оценочных средств, содержащий материалы для оценивания знаний, умений и навыков студентов для текущей и промежуточной аттестации.

1. Примерная тематика докладов:

- Применение генетического алгоритма в решении задачи коммивояжера.
- Применение генетического алгоритма в решении задачи упаковки.
- Использование гравитационного метода.
- Использование гармонического поиска.
- Метод муравьиной колонии в решении задачи коммивояжера.
- Использование нейронных сетей.
- Использование спайковых нейронных сетей.
- Метод оптимизации, основанный на поведении косяка рыб.
- Метод роя частиц.
- Нечеткий логический вывод (схема Мамдани).
- Решение транспортной задачи с нечетко заданными потребностями.
- Решение задачи о ранце с нечетко заданной полезностью.
- Решение задачи о доставке труб с нечетко заданной потребностью.
- Решение задачи векторной оптимизации на основе нечеткой логики.

2. Тематика рефератов.

Общее название реферата: «Применение методов оптимизации для решения практических задач».

Для подготовки реферата студент самостоятельно выбирает три метода оптимизации из разных классов и представляет их на примерах.

Примерная тематика методов для подготовки реферата:

Раздел 2. Одномерная задача оптимизации.

- Алгоритм золотого сечения.
- Метод квадратичной аппроксимации.
- Метод Паулла.
- Метод хорд (на основе стационарной точки).
- Метод касательных (метод Ньютона) на основе стационарной точки.
- Одномерный метод Монте-Карло.
- Метод выделения интервалов унимодальности.
- Метод аппроксимирующих моделей.

Раздел 3. Многомерная локальная безусловная оптимизация.

- Метод Гаусса-Зейделя (метод покоординатного спуска).
- Метод Хука-Дживса (метод пробных шагов).
- Метод Розенброка (метод вращающихся координат).
- Метод сопряженных направлений.
- Симплекс-метод.
- Метод Нелдера-Мида (метод деформируемого многогранника).
- Метод наискорейшего спуска.
- Метод комплексов.
- Метод повторяющегося случайного поиска.
- Метод случайного поиска с постоянным радиусом поиска и случайными направлениями.
- Метод штрафных функций.
- Метод скользящего допуска.
- Метод проекции градиента.
- Метод сведения к задаче одномерной глобальной оптимизации с помощью развертки Пеано.
- Метод Монте-Карло. Комбинация метода Монте-Карло с детерминированным методом локальной оптимизации.

Раздел 4. Многокритериальная оптимизация. Темы докладов:

- Метод весовых множителей.
- Метод эпсилон-ограничений.
- Метод справедливого компромисса.
- Метод приближения к идеальному решению.
- Метод последовательных уступок.

Раздел 5. Эвристические методы поиска оптимальных решений. Темы докладов:

- Применение метода имитации отжига.
- Применение генетического алгоритма в решении задачи коммивояжера.
- Применение генетического алгоритма в решении задачи упаковки.
- Использование гравитационного метода.
- Использование гармонического поиска.
- Метод муравьиной колонии в решении задачи коммивояжера.
- Применение алгоритма светлячков.
- Применение метода пчелиной колонии.
- Метод оптимизации, основанный на поведении косяка рыб.
- Метод роя частиц.

3. Примерный перечень вопросов для экзамена

- По каким критериям классифицируются детерминированные задачи оптимизации?
- Что такое стохастическая задача оптимизации?
- Математическая формулировка задачи непрерывной оптимизации.
- Классификация задач оптимизации.
- Классификация критериев оптимальности.
- Сформулировать необходимое и достаточное условие экстремума функции в точке.
- Дать определение одномерной задачи оптимизации. Перечислить виды задач одномерной оптимизации.
- Постановка задачи одномерной унимодальной оптимизации. Методы решения. (Рассказать об одном методе).

- Постановка задачи одномерной многоэкстремальной оптимизации. Методы решения. (Рассказать об одном методе).
- Дать определение задачи многомерной оптимизации.
- Дать определение задачи безусловной оптимизации.
- Дать определение матрицы Гессе.
- Сформулировать необходимое и достаточное условие экстремума в многомерной задаче безусловной оптимизации.

Комплект оценочных средств является неотъемлемой частью ФОС и хранится на кафедре «Информатика и системы управления».

5.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется **традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

При промежуточном контроле успеваемость студентовоценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 5.4—Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не засчитено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «засчитено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «засчитено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «засчитено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-2. Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	ИОПК-2.1. Разрабатывает оригинальные алгоритмы для решения профессиональных задач	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, плохо знает основные понятия и классы методов оптимизации; не способен использовать методы оптимизации и численные методы для создания алгоритмов решения профессиональных задач.	Фрагментарные, поверхностные знания методов оптимизации и численных методов; плохо знает основные понятия и классы методов оптимизации; не способен использовать методы оптимизации и численные методы для создания алгоритмов решения профессиональных задач.	Знает методы оптимизации и численные методы; владеет основными понятиями и классификацией методов оптимизации; испытывает затруднения при использовании методов оптимизации и численных методов для создания алгоритмов решения профессиональных задач.	Знает методы оптимизации и численные методы; владеет основными понятиями и классификацией методов оптимизации; способен выбирать и обосновывать метод решения задачи оптимального управления объектом (процессом); реализовывать на практике алгоритмы решения задач оптимизации и численных методов; владеет методами научного поиска.

Таблица 5.5 - Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

- 6.1.1. Лесин, В. В. Основы методов оптимизации : учебное пособие / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 344 с. — ISBN 978-5-8114-1217-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168975>
- 6.1.2. Матренин, П. В. Методы стохастической оптимизации : учебное пособие / П. В. Матренин, М. Г. Гриф, В. Г. Секаев. — Новосибирск : НГТУ, 2016. — 67 с. — ISBN 978-5-7782-2861-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118265>
- 6.1.3. Ржевский, С. В. Исследование операций : учебное пособие / С. В. Ржевский. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1480-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169378>
- 6.1.4. Флегонтов, А. В. Моделирование задач принятия решений при нечетких исходных данных : монография / А. В. Флегонтов, В. Б. Вилков, А. К. Черных. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 332 с.

6.2 Справочно-библиографическая литература

— учебники и учебные пособия

- 6.1.5. Карпенко, А.П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновленные природой : учебное пособие / А. П. Карпенко. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014.- 446 с.
- 6.1.6. Электронный образовательный ресурс по дисциплине «Методы оптимизации» <http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=MO/base.cou>

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

- 6.1.7. Метод.указания по организации аудиторной работы по дисциплине «Современные методы оптимизации и численные методы» для студентов направления подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» дневной формы обучения / НГТУ; Сост.: О.П.Тимофеева, Н.Новгород, 2021, 6 с.
- 6.1.8. Метод. указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Современные методы оптимизации и численные методы» для студентов направления подготов-

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом свободно распространяемого программного обеспечения (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1 Перечень информационных справочных систем

Таблица 7.1 -Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

7.2 Перечень свободно распространяемого программного обеспечения

Таблица 7.2 – Программное обеспечение, используемое студентами очного обучения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
-	Adobe Acrobat Reader (https://www.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html) Linux (https://www.linux.com/) OpenOffice (FreeWare) (https://www.openoffice.org/) JDK 8 и выше (https://adoptopenjdk.net/) Фреймворк Java Spring 5 (https://spring.io/projects/spring-framework) Eclipse (https://www.eclipse.org/) IntelliJ Idea (https://www.jetbrains.com/ru-ru/idea/) git (https://git-scm.com/), github (https://github.com/) Maven (https://maven.apache.org/), Gradle (https://gradle.org/) Редактор блок-схем (https://app.diagrams.net/)

Таблица 7.3 - Программное обеспечение, используемое студентами

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
-	Adobe Acrobat Reader (https://www.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html) Linux (https://www.linux.com/) OpenOffice (FreeWare) (https://www.openoffice.org/) JDK 8 и выше (https://adoptopenjdk.net/) Фреймворк Java Spring 5 (https://spring.io/projects/spring-framework) Eclipse (https://www.eclipse.org/) IntelliJ Idea (https://www.jetbrains.com/ru-ru/idea/) git (https://git-scm.com/), github (https://github.com/) Maven (https://maven.apache.org/), Gradle (https://gradle.org/)

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
	Редактор блок-схем (https://app.diagrams.net/)

7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 7.4 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 7.4 – Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html
3	Каталог паттернов проектирования	https://refactoring.guru/ru/design-patterns/catalog

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 8.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»<https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 8.1 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);

- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры и проведения лабораторных работ для студентов очного обучения, включает в себя компьютерные классы

1. Ауд. 4403 кафедры «Информатика и системы управления» - лаборатория Программирования АСО и У

Компьютеры, оснащенные необходимым оборудованием, техническими и электронными средствами обучения и контроля знаний студентов:

- 10 АРМ (терминалов);
- мультимедийный проектор Vivitek H 1180,
- экран настенный LMP 100109,
- сетевая купольная PTZ-камера AXIS M5014.

Пакеты ПО (лицензионное):

- Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024),
- MATLAB R2008a DVD KIT-WIN & UNIX/MAC (№ лицензии 527840, № заказа 2035235 Softline от 05.05.2008).

Пакеты ПО (распространяемое по свободной лицензии):

- ApacheOpenOffice;
- Eclipse (<https://www.eclipse.org/>)
- git (<https://git-scm.com/>)
- Microsoft Visual Studio 2017 Community Edition (<https://visualstudio.microsoft.com/ru/vs/community/>)

2. Ауд. 4408 кафедры «Информатика и системы управления» - лаборатория Информационных технологий.

Компьютеры, оснащенные необходимым оборудованием, техническими и электронными средствами обучения и контроля знаний студентов.

- 8 рабочих мест на базе тонких клиентов DellWise,
- мультимедийный проектор BenQ PB6240,
- ноутбук Lenovo V130-151KB,
- стенд для изучения автоматических систем управления на базе блока MyRio с FPGA под управлением LabView.

Пакеты ПО (лицензионное):

- Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024).

Пакеты ПО (распространяемое по свободной лицензии):

- Apache OpenOffice;
- Linux Ubuntu 20.04 (<https://releases.ubuntu.com/20.04/>)
- git (<https://git-scm.com/>)
- Microsoft Visual Studio 2017 Community Edition (<https://visualstudio.microsoft.com/ru/vs/community/>)

Также, для самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

Таблица 9.1 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
			1
1	1	2	3
1	6421 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, Казанская ш., 12	1. Доска меловая – 1 шт. 3. Экран – 1 шт. 4. Мультимедийный проектор Epson X12 – 1 шт. 5. Компьютер PC MB Asus на чипсете Nvidia/AMDAthlonXII CPU 2.8Ghz/ RAM 4 Ggb/SVGAStandartGraphics +Ge-FORCE Nvidia GT210/HDD 250Ggb,SATAinterface, монитор 19", с выходом на проектор. 6. Рабочее место студента - 74 7. Рабочее место для преподавателя – 1 шт.	1. Windows 7 32 bit корпоративная; VL 49477S2 2. Adobe Acrobat Reader DC-Russian (беспл.) 3. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 4. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)
	6543 компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), г. Нижний Новгород, Казанская ш., 12)	1. Рабочие места студента, оснащенные ПК на базе IntelCore i5 с мониторами – 8 шт. 2. Рабочие места студента, оснащенные ПК на базеCore 2 Duo с мониторами – 2 шт. 3. Рабочее место преподавателя, оснащенное ПК на базе IntelCore i5 с монитором – 1 шт. 4. Проектор Accer, проекционный экран – 1 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета 5. Принтер HP LaserJet 1200 – 1 шт.	1. Microsoft Windows 7 MSDN реквизиты договора - подписка DreamSparkPremium, договор № 0509/KMP от 15.10.18 2. Бесплатное ПО: Пакет программ OpenOffice, TrueConf, Браузер GoogleChrome, Браузер MozillaFirefox, Браузер Opera, McAfeeSecurityScan, AdobeAcrobatReader DC, AutoCAD2013

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

При преподавании дисциплины «Современные методы оптимизации и численные методы», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить

материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Электронные материалы лекций в период дистанционного обучения отправляются по электронной почте на адреса групп и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием современных информационных технологий: электронная почта, мессенджеры, Zoom, Discord.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с заданиями, вопросами, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически излагает учебный материал; справляется с заданиями, вопросами, требующими применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблицы 4.4, 4.5, 4.6). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Лабораторные работы не предусмотрены

10.4 Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной фор-

мой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, с разбором методов оптимизации из разных классов, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

Примерная тематика докладов и рефератов приведена в п. 5.1.

Методические указания для обучающихся по подготовке реферата сформулированы в методических указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Современные методы оптимизации и численные методы», п. 6.1.8.

10.5 Методические указания по освоению дисциплины на курсовой работе

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

10.6 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы, указанных в Разделе 9. В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- подготовка доклада по разделам дисциплины и выступление в сопровождении мультимедийной презентации;
- подготовка и защита реферата по применению методов оптимизации к решению профессиональных задач.

11.1.1. Типовые задания для практических занятий

Типовые задания для практических занятий, темы докладов и рефератов приведены в учебно-методических указаниях по организации самостоятельной работы по дисциплине.

11.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

11.2.1. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Общая постановка задачи оптимизации
2. Дать определение области допустимых значений вектора управляемых параметров.
3. Дать определение выпуклого множества допустимых решений.
4. Что такое детерминированная задача оптимизации?
5. По каким критериям классифицируются детерминированные задачи оптимизации?
6. Что такое стохастическая задача оптимизации?
7. Математическая формулировка задачи непрерывной оптимизации.
8. Классификация задач оптимизации.
9. Классификация критериев оптимальности.
10. Сформулировать необходимое и достаточное условие экстремума функции в точке.
11. Дать определение одномерной задачи оптимизации. Перечислить виды задач одномерной оптимизации.
12. Постановка задачи одномерной унимодальной оптимизации. Методы решения. (Рассказать об одном методе).
13. Постановка задачи одномерной многоэкстремальной оптимизации. Методы решения. (Рассказать об одном методе).
14. Дать определение задачи многомерной оптимизации.
15. Дать определение задачи безусловной оптимизации.
16. Дать определение матрицы Гессе.
17. Сформулировать необходимое и достаточное условие экстремума в многомерной задаче безусловной оптимизации.
18. Постановка задачи многомерной локальной безусловной оптимизации. Детерминированные прямые методы решения. (Рассказать об одном методе).
19. Постановка задачи многомерной локальной безусловной оптимизации. Методы решения первого и второго порядка. (Рассказать об одном методе).
20. Постановка задачи многомерной локальной безусловной оптимизации. Методы случайного поиска. (Рассказать об одном методе).
21. Сформулировать условия окончания итераций при решении задачи многомерной безусловной оптимизации.
22. Дать определение задачи условной оптимизации. Что такое область допустимых решений?
23. Сформулировать правило Лагранжа для задачи оптимизации с ограничениями типа равенств. Чем они отличаются от условий Лагранжа?

24. Сформулировать теорему Кнута-Таккера для задачи условной оптимизации с ограничениями типа неравенств.
25. Постановка задачи многомерной локальной условной оптимизации. Методы решения. (Рассказать об одном методе).
26. Постановка задачи многомерной глобальной условной оптимизации. Методы решения. (Рассказать об одном методе).
27. Дать определение задачи многокритериальной оптимизации. Что такое частные критерии оптимальности?
28. Постановка задачи многокритериальной оптимизации. Множество Парето.
29. Постановка задачи многокритериальной оптимизации. Методы решения. (Рассказать об одном методе).
30. Пояснить суть популяционных алгоритмов решения.
31. Перечислить основные этапы популяционных методов оптимизации.
32. В чем заключается проблема интенсификации поиска?
33. В чем заключается проблема диверсификации поиска?

В полном объеме оценочные средства имеются на кафедре «ИСУ». Оценочные средства могут быть получены по требованию.